eventuell eintretenden Möglichkeiten zu berücksichtigen. Je weniger einwandfrei solche als Verunreinigungsherd in Frage kommende Anlage ist — man findet besonders in Frankreich in dieser Beziehung unglaubliche Zustände — um so weiter muß eine Trinkwasserentnahmestelle davon entfernt sein, wenn das Wasser nicht gefährdet sein soll. Eine große Rolle spielt naturgemäß für die Beurteilung dieser Verhältnisse die Bodenbeschaffenheit: eine stärkere Lehmschicht schützt das Grundwasser im allgemeinen gegen Verunreinigungen von oben her; feiner Sand in dickeren Schichten wirkt durchweg als gutes Filter; dagegen sind grober Kies und zerklüftetes Gestein für Verunreinigungen mehr oder weniger durchlässig, selbst auf weite Entfernung hin. Ferner ist die Inanspruchnahme eines Brunnens nicht ohne Bedeutung, insofern, als bei starkem Pumpen Verunreinigungen angesaugt werden können, die sonst nicht in die betreffende Grundwasserzone hineingelangen würden.

Bei der Besichtigung von Kesselbrunnen sollte stets auch das Innere des Brunnens inspiziert werden, da sehr häufig eine mangelhafte und undichte Brunnenfassung unreine Zuflüsse zutreten läßt; man sieht nicht selten an Streifen, die an der Brunnenwand hinablaufen, welchen Weg diese Verunreinigungen genommen haben. Nach den hier gemachten Erfahrungen genügt eine Abdichtung der Brunnenwand bis zu 1 m Tiefe, wie sie Fromme verlangt, nur unter ganz besonders günstigen Bodenverhältnissen; in den meisten Fällen ist es ratsam, das Wasser erst in 3—5 m Tiefe in den Brunnen zutreten zu lassen.

Probeentnahme. Bei der Probeentnahme sind die zur Zeit und kurz vor der Entnahme herrschenden Wetterverhältnisse zu notieren, da manche Brunnen und Quellen bei Trockenheit einwandfreies Wasser liefern, bei nassem Wetter aber Verunreinigungen bakterieller und chemisch-physikalischer Art zutage treten lassen.

Die Entnahme der bakteriologischen Proben muß von sachverständiger Seite vorgenommen werden; eine lediglich nach Anweisung ausgeführte bakteriologische Probeentnahme verläuft nach den hier gemachten Beobachtungen in den meisten Fällen nicht einwandfrei. Vielfach sind Pumpen erst auf Eingießen von Wasser in Betrieb zu setzen; selbstverständlich muß zu diesem Zweck bei der Probeentnahme reines Wasser verwendet und nicht — wie oft beobachtet wurde — irgendein Oberflächenwasser in mehr als unsauberen Verhältnissen herbeigeht werden. Bei der Entnahme werden die physikalischen Eigenschaften des Wassers festgestellt, da sie sich zum Teil nach kurzer Zeit ändern können; außerdem ist die Ermittlung der Temperatur von Wichtigkeit, denn bei Wässern mit schwankender und stark von der Luftwärme beeinflusster Temperatur muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß unvollkommen filtrierte Oberflächenwasser zutritt.

Wie weit eventuell bakteriologische oder chemische Untersuchungen des Wassers bereits an Ort und Stelle anzusetzen bzw. auszuführen sind, richtet sich nach der Dauer des Transports zum Untersuchungslaboratorium; ist ein längerer Transport nicht zu umgehen, so empfiehlt es sich, wenigstens die bakteriologischen Untersuchungen gleich im Anschluß an die Probeentnahme anzusetzen, da viele Wasserkeime sich schnell vermehren; selbst bei Verpackung der Probe in Eis ist diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen.

Als Probeflaschen für bakteriologische Wasserproben werden hier Glasflaschen mit Kautschukstopfen verwandt; die Flaschen werden mit Wattebauschverschluß in der üblichen Weise sterilisiert und dann die in Spiritus steril gemachten Kautschukstopfen aufgesetzt; der Transport derartiger Proben macht keine Schwierigkeiten, da sie beliebig gelagert und geschüttelt werden können. Im Felde wird für gewöhnlich ein halbes Liter Wasser für die bakteriologisch-chemische Prüfung ausreichen; man begnügt sich in den meisten Fällen zweckmäßig mit einer steril entnommenen Probe; selbstverständlich ist daraus zuerst die bakteriologische Untersuchung anzusetzen. Zur Entnahme bakteriologischer Proben aus Kesselbrunnen beschwert man die Probeflaschen mit einem Stück Metall und versieht sie mit einer Schnur zum Einlassen in den Brunnen. Dieser improvisierte Entnahmeapparat wird zweckmäßig in Papier eingewickelt sterilisiert und erst bei der Probeentnahme von der Hülle befreit, sodaß er auch von außen möglichst steril in den Brunnen gelangt.

Untersuchung im Laboratorium. In vielen Fällen wird schon die Besichtigung einer Trinkwasserentnahmestelle und die physikalische Prüfung des Wassers von seiner Unbrauchbarkeit überzeugen, mitunter auch für die Freigabe eines Trinkwassers genügen. Doch ist dabei zu berücksichtigen, daß das Ergebnis der Sinnesprüfung nicht immer maßgebend ist; Färbungen und Trübungen des Wassers können harmlose Schönheitsfehler sein, während ein klares, farbloses, appetitlich aussehendes Wasser mitunter bei der Untersuchung starke bakterielle und chemische Verunreinigungen zutage treten läßt. So bleiben in zahlreichen Fällen nach Besichtigung der örtlichen Verhält-

Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität in Straßburg. (Direktor: Geh. Reg.-Rat Uhlenhuth.)

Ueber Wasserbeurteilung im Felde.

Von Dr. G. Münchmeyer.

Unter diesem Thema ist in der M. m. W. Nr. 31 (30. Juli 1918) S. 848 eine Abhandlung von Stabsarzt Dr. Fromme erschienen. Da ich im Begriff stand, zur vorliegenden Frage in ähnlichem Sinne mich zu äußern, so sei es mir gestattet, den interessanten Frommeschen Ausführungen noch einiges hinzuzufügen, was mir auf Grund von hier und an anderen Stellen gesammelten Erfahrungen nicht unwichtig erscheint.

Ortsbesichtigung. Als Verunreinigungsquellen eines Wassers kommen vor allen Dingen in Frage: Abtritte, Kehrthäufen, Stallungen, Jauchegruben, Abflußbrinnen für Küchen- und Hofabflüsse, Sinkkästen, gedüngtes Ackerland; endlich das Wasser eines Brunnens selber, sobald Pumpe oder Brunnenabdeckung undicht sind, oder wenn nicht für schnelle Ableitung des geförderten Wassers Sorge getragen ist, bzw. Wassertröge u. dgl. direkt am Brunnen oder gar auf der Brunnenabdeckung selbst Aufstellung gefunden haben. Von derartigen Verunreinigungsherden soll eine Wasserentnahmestelle nach den gebräuchlichen Vorschriften wenigstens 10 m entfernt sein; doch ist diese 10 m weite Entfernung keineswegs ein sicherer Schutz; es sind bei der Bewertung derselben vor allen Dingen auch die Gefälleverhältnisse in der Umgebung des Brunnens sowie die bei Regenwetter

nisse und Vornahme der physikalischen Prüfung Zweifel über die Brauchbarkeit des Wassers bestehen, die nur durch eine mehr oder weniger eingehende bakteriologisch-chemische Untersuchung behoben werden können. Eine derartige Laboratoriumsuntersuchung kommt allerdings durchweg nur während des Stellungskrieges oder in der Etappe in Frage, beim Vormarsch wird man die Beurteilung notgedrungen lediglich auf die an Ort und Stelle möglichen Erhebungen gründen müssen.

Für die bakteriologische Untersuchung kommt die Feststellung der Keimzahl und die Koliprüfung in Frage. Zur Ermittlung der Keimzahl wird 1 ccm des Wassers oder weniger (je nach dem vermutlichen Reinheitsgrad) mit flüssig gemachter Nährgelatine (nach den Vorschriften des Kaiserlichen Gesundheitsamtes hergestellt) in Petrischalen vermischt; das auf ebener Unterlage erstarrte Gemisch wird 48 Stunden bei etwa 22° gehalten und die gewachsenen Kolonien mit der Lupe ausgezählt (schwarze, in Felder eingeteilte Unterlage). Quell- und Grundwässer sollen im allgemeinen nahezu keimfrei sein, doch ist durchweg erst bei einer Keimzahl von über 100 in 1 ccm Wasser Vorsicht geboten; bei Kesselbrunnen ist eine höhere Keimzahl im allgemeinen nicht ohne weiteres verdächtig, da in dem stehenden Wasser eine Vermehrung der Keime stattfindet.

Wo die Laboratoriumseinrichtung es erlaubt, bildet in Zweifelsfällen die Untersuchung auf Koli eine Ergänzung der Keimzahlbestimmung, und zwar wird zweckmäßig durch Anreicherung der Koli keime bei 37° nach Zusatz von Traubenzuckerpeptonbouillon zu fallenden Wassermengen (100—50—10—1—0,1 usw. ccm) und Identifizierung der Anreicherungen die kleinste noch Koli enthaltende Wassermenge, der Kolititer, ermittelt. Ein geringer Kolititer, etwa 1,0 und niedriger, besonders in Verbindung mit hoher Keimzahl, läßt auf Zutritt von unvollkommen filtrierten tierischen oder menschlichen Abwässern schließen.

Die chemische Untersuchung im Felde wird sich im allgemeinen auf die Ermittlung derjenigen Zahlen beschränken müssen, die eine Ergänzung der bakteriologischen Werte bilden, also Anschluß über Abwasser- oder Oberflächenwasserverunreinigungen geben. Als solche kommen in erster Linie in Frage: Der Gehalt an Ammoniak (Eisen), an salpetriger Säure und an leicht oxydierbaren organischen Substanzen (Permanganatverbrauch). Diese Bestimmungen sind in etwa einer Stunde verhältnismäßig leicht und einfach durchzuführen, geben also weit schneller als die bakteriologische Untersuchung Anhaltspunkte für die Beurteilung eines Wassers. Näheres über diese Untersuchung ist in der K.S.O. ausgeführt.

Bei Bewertung der chemischen Befunde ist die Zusammensetzung des Bodens, aus dem das Wasser stammt, in Betracht zu ziehen, sowie in bezug auf Ammoniak das Vorhandensein von Eisen zu berücksichtigen. Ammoniak kann nämlich in der Weise entstehen, daß die Kohlensäure des Wassers auf in der Erde vorhandenes Schwefeleisen und Eisen unter Bildung von Schwefelwasserstoff und Wasserstoff einwirkt, die dann etwa im Wasser enthaltene Nitrate zu Ammoniak reduzieren. Außerdem bilden sich Ammoniak und salpetrige Säure (allerdings nur in seltenen Fällen) durch Reduktion von Nitraten, wenn dem Wasser in seinem unterirdischen Laufe nicht genügend Sauerstoff zur Oxydation organischer Stoffe (Moorwässer) zur Verfügung steht. In solchen Fällen ist das Vorkommen dieser Verbindungen natürlich unbedenklich. Ebenso findet man bei Moorwässern einen hohen Kaliumpermanganatverbrauch, ohne daß sie deshalb hygienisch minderwertig sind. Es ist daher unzweckmäßig, allgemein gültige Grenzwerte für diese Untersuchungen aufzustellen, wie es früher vielfach üblich war und in der K.S.O. teilweise geschehen ist. Die endgültige Beurteilung der chemischen Ergebnisse kann nur mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse und in Verbindung mit den bakteriologischen Zahlen erfolgen. Zur Orientierung werden nachstehend für die angegebenen Untersuchungen von Klut¹⁾ aufgestellte Durchschnittswerte mitgeteilt, wie sie in normalen, guten Trinkwässern gefunden werden:

Ammoniak: Spur; in eisenhaltigen Grundwässern bis zu 0,5, ja 1 mg im Liter.

Salpetrige Säure: 0.

Kaliumpermanganatverbrauch: Unter 12 mg im Liter.

Außer den mitgeteilten Bestimmungen dürfte für manche Fälle noch die Ermittlung der Reaktion gegen Lackmuspapier und der Härte (Titration mit eingestellter Seifenlösung, siehe K.S.O.) in Frage kommen. Wässer mit saurer Reaktion greifen Quell- und Brunnenfassungen sowie Leitungsmaterial an; die Härte des Wassers kommt bekanntlich für den Seifenverbrauch in Frage, es sind daher weniger harte Wässer solchen mit hohen Härtegraden vorzuziehen. Außerdem sind Fälle bekannt geworden, wo besonders hohe Härtegrade, die durch Gips (Kalziumsulfat) und Bittersalz (Magnesiumsulfat) verursacht

wurden, zu Durchfällen Veranlassung gaben; im übrigen ist die Härte für die Bedürfnisse im Felde im allgemeinen bedeutungslos.

Um zu einem Gesamtergebnis zu kommen, wird man die durch die vorgenommenen Untersuchungen ermittelten Ergebnisse untereinander vergleichen und den bei der Ortsbesichtigung gemachten Beobachtungen gegenüberstellen. Nur so wird man Aufschluß darüber bekommen, wie weit den einzelnen Zahlen hygienische Bedeutung innewohnt, und in der Lage sein, die richtigen Schlüsse daraus zu ziehen. Ein Vergleich mit anderen, derselben Gegend entstammenden Wässern wird mitunter zur Klärung beitragen.

In Zweifelsfällen müssen weitere Untersuchungen, besonders auch bei abnormen Witterungsverhältnissen, vorgenommen werden.

Zum Schluß noch ein Wort über die Behandlung eines bakteriologisch nicht einwandfreien Wassers. Selbstverständlich ist das Kochen eines Wassers die theoretisch beste Methode. Wo diese aus irgendwelchen Gründen nicht anwendbar ist, halte ich die Chlorkalkbehandlung für das einfachste und billigste Verfahren, ein keimreiches Wasser genußtauglich zu machen; seiner einfachen Anwendung wegen erscheint es mir für den Gebrauch im Felde durchaus geeignet.

Auch Selter kommt in einer Abhandlung über „Trinkwasserversorgung im Felde“¹⁾ bezüglich der Anwendung von Chlorkalk für Trinkwasserreinigung zu einem günstigen Urteil.

Die Menge des zuzusetzenden Chlorkalks richtet sich nach der Zeit, die zur Einwirkung verfügbar ist, und nach dem Gehalt des Wassers an oxydablen Stoffen. Selter empfiehlt, bei vier- bis sechsstündiger Einwirkung 5 g Chlorkalk pro cbm Wasser zu verwenden; meines Erachtens dürften 3 g pro cbm mit mehreren Stunden Einwirkungsdauer bei nicht zu stark verunreinigtem Wasser eine befriedigende Wirkung erzielen. Ein Ueberschuß an Chlorkalk muß im Interesse des Geschmacks vermieden werden.

¹⁾ Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Von Dr. Hartwig Klut, 1916, 3. Aufl. S. 122.